

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

AX

PUBLICATION NUMBER : 11273726
PUBLICATION DATE : 08-10-99

APPLICATION DATE : 24-03-98
APPLICATION NUMBER : 10075885

APPLICANT : FUJI ELELCTROCHEM CO LTD;

INVENTOR : NAGURA HIDEAKI;

INT.CL. : H01M 10/40

TITLE : NONAQUEOUS ELECTROLYTE SECONDARY BATTERY

ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a nonaqueous electrolyte secondary battery with high cycle characteristics at a high temperature by preventing the decomposition polymerization of a nonaqueous solvent on the surface of a positive electrode of a lithium secondary battery by using an optimum nonaqueous electrolyte.

SOLUTION: A nonaqueous electrolyte secondary battery uses a positive active material and a negative active material both capable of intercalating/ deintercalating lithium, and a nonaqueous electrolyte prepared by dissolving an electrolyte in a nonaqueous solvent. Vinylene carbonate(VC) and N-(benzyl oxi carbonyl oxi) succinimide(NBCS) are included in the nonaqueous solvent of the nonaqueous electrolyte in the weight ratio of NBCS/VC=0.02-1.0.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-273726

(43)公開日 平成11年(1999)10月8日

(51)Int.Cl.⁵
H 0 1 M 10/40

識別記号

F I
H 0 1 M 10/40

A

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平10-75885

(22)出願日 平成10年(1998)3月24日

(71)出願人 000237721

富士電気化学株式会社

東京都港区新橋5丁目36番11号

(72)発明者 植木 伸一

東京都港区新橋5丁目36番11号 富士電気
化学株式会社内

(72)発明者 名倉 秀哲

東京都港区新橋5丁目36番11号 富士電気
化学株式会社内

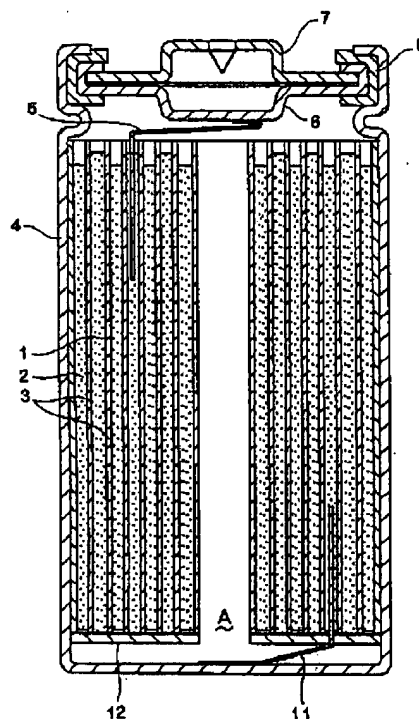
(74)代理人 弁理士 一色 健輔 (外2名)

(54)【発明の名称】 非水電解液二次電池

(57)【要約】

【課題】 最適な非水電解液を用いることによって、リチウム二次電池の正極表面で起こる非水溶媒の分解重合を防ぎ、高温状態でのサイクル特性に優れた非水電解液二次電池を提供することにある。

【解決手段】 リチウムをインターカレーション・デインターカレーション可能な材料を正極活物質と負極活物質とに用い、非水電解液には電解質が溶解されてなる非水溶媒を用いた非水電解液二次電池において、上記非水電解液の非水溶媒には、ビニレンカーボネート (VC) と、N-(ベンジルオキシカルボニルオキシ) スクシニミド (NBCS) とを、その重量比がNBCS/VC=0.02~1.0の割合で含有させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 正極活物質と負極活物質とにリチウムをインターカレーション・デインターカレーション可能な材料を用い、非水電解液として電解質が溶解されてなる非水溶媒を用いる非水電解液二次電池において、上記非水電解液の非水溶媒にはビニレンカーボネートとN-（ベンジルオキシカルボニルオキシ）スクシンイミドとが含有されていることを特徴とする非水電解液二次電池。

【請求項2】 前記非水溶媒は、ビニレンカーボネート（VCと表記する）とN-（ベンジルオキシカルボニルオキシ）スクシンイミド（NBCSと表記する）とを、その重量比がNBCS/VC=0.02~1.0の割合で含有して、環状炭酸エステルと鎖状エステルとから構成されていることを特徴とする請求項1項記載の非水電解液二次電池。

【請求項3】 前記環状炭酸エステルは、エチレンカーボネート、ブチレンカーボネート、プロピレンカーボネートから選ばれた、少なくとも一つである請求項2記載の非水電解液二次電池。

【請求項4】 前記鎖状エステルは、ジメチルカーボネート、1,2-ジメトキシエタン、1,2-ジエトキシエタン、ジエチルカーボネートから選ばれた、少なくとも一つである請求項2又は3記載の非水電解液二次電池。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、非水電解液二次電池に関し、特に高温状態でのサイクルの進行に伴う容量劣化の改善が図れる電解液溶媒に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、カメラ一体型VTR、電話、ラップトップコンピューター等の小型軽量化、ポータブル化に伴い、これらの電子機器の電源として用いる二次電池の小型軽量化、高容量化の要望が高まってきている。

【0003】二次電池としては、ニッケル-カドミウム二次電池、鉛蓄二次電池、ニッケル水素二次電池、リチウムイオン二次電池等が挙げられるが、なかでも、正極に含リチウム遷移金属遷移金属酸化物、及び負極に炭素材料を用いたリチウムイオン二次電池は、特に軽量で、高エネルギー密度が得られることから次世代の二次電池としての要望が高く、その特性の更なる改善を目指し研究が進められている。

【0004】このリチウムイオン二次電池は、Liを含む酸化物等を正極活物質とする正極合剤を集電体の表面に塗布してなる正極板と炭素材料からなる負極シートとを、セパレータを介して巻回し、エチレンカーボネート、ディエチルカーボネートなどの有機溶媒に電解質として例えばLiPF₆を加えたものを電解液として用いたもので、電池内部でリチウムは常にイオンの状態で存

在し、充放電の際には、正極及び負極材料の結晶の層間や格子点位置又は格子間隙間にリチウムイオン（カチオン）のみがインターカレーション・デインターカレーション反応により出入りするようになっている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記リチウムイオン二次電池は、高温状態で充放電を繰り返したり、若しくは保存すると、正極表面で電解液が分解するため電池内の内圧が上昇してしまい、このため電池の充放電の際に起こる上記リチウムイオンのインターカレーション・デインターカレーション反応に伴う正極材料（含リチウム遷移金属遷移金属酸化物）や負極の材料（炭素）の格子サイズの変化が阻害されて、電池容量が低下するという問題があった。

【0006】また、高温状態で、充放電を繰り返すことで、正極中の含リチウム遷移金属遷移金属酸化物中から遷移金属元素が溶けだし、電解液と溶媒和して錯体を形成する。この錯体が環状炭酸エステルの重合反応の開始剤として作用し、それにより、重合した電解液が正極と、負極を分離しているセパレーターの微細孔につきまり、正極と負極間のリチウムイオンの移動を阻害することによって、電池特性を低下させるという問題があった。

【0007】本発明は上記問題点に鑑みて創案されたものであり、その目的は、リチウム二次電池の正極表面で起こる非水溶媒の分解重合を防ぐことができ、高温状態でのサイクル特性の可及的な向上が図れる非水電解液二次電池を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明では、正極活物質と負極活物質とにリチウムをインターカレーション・デインターカレーション可能な材料を用い、非水電解液として電解質が溶解されてなる非水溶媒を用いる非水電解液二次電池において、上記非水電解液の非水溶媒にはビニレンカーボネートとN-（ベンジルオキシカルボニルオキシ）スクシンイミドとが含有されている構成とする（請求項1）。

【0009】電解液中にビニレンカーボネートとN-（ベンジルオキシカルボニルオキシ）スクシンイミドを含有させることで、正極活物質表面にビニレンカーボネートとN-（ベンジルオキシカルボニルオキシ）スクシンイミドとが高濃度で存在し、他の溶媒分子が電極表面に近づくことを阻害することによって、活物質表面での電解液の分解、ガス発生が抑えられると考えられる。また、高温状態では活物質表面と電解液との固液界面において、活物質の固液界面の近傍に存在する遷移金属元素が電解液中に溶解する。この溶解した、遷移金属元素が電解液と溶媒和することで錯体を形成し、この錯体が重合開始剤となって、電解液の重合反応が起こることが予想され、ビニレンカーボネートも例外なく錯体に攻撃さ

れ重合反応を起こすと予想される。ところが、N-（ベンジルオキシカルボニルオキシ）スクシンイミドが、ビニレンカーボネートと、電極表面に存在していることから、電解液中に溶解してきた遷移金属元素を捕捉し、電解液の重合反応を防ぐことができる。したがって、高温状態での電池の充放電特性の低下は抑えられるものと考えられる。

【0010】また本発明では、前記非水溶媒には、ビニレンカーボネート（VCと表記する）とN-（ベンジルオキシカルボニルオキシ）スクシンイミド（NBCSと表記する）とを、その重量比がNBCS/VC=0.02~1.0の割合で含有して、環状炭酸エステルと鎖状エステルとから構成されているものを用いる（請求項2）。

【0011】これにより、ビニレンカーボネートの作用を阻害することなく、更に高温状態での電池の充放電サイクル特性の顕著な向上を図ることができる。

【0012】ここで、上記環状炭酸エステルには、エチレンカーボネート、ブチレンカーボネート、プロピレンカーボネートを用いるのが好ましく、これらの環状炭酸エステルは、単独で用いても、二種類以上を混合して用いてもよい（請求項3）。

【0013】また上記鎖状エステルには、ジメチルカーボネート（DMC）、1,2-ジメトキシエタン（DME）、1,2-ジエトキシエタン（DEE）、ジエチルカーボネート（DEC）を用いるのが好ましく、これらの鎖状エステルは、単独で用いても、二種類以上を混合して用いてもよい（請求項4）。

【0014】上記非水溶媒中に溶解させる支持電解質は、特に限定されず、非水電解液二次電池で用いられているものがいずれも使用できる。具体的には、 LiBF_4 、 LiPF_6 、 LiClO_4 、 LiAsF_6 、 $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2$ 、等が挙げられる。

【0015】電極材料には、正極活物質としては、組成式 LiMO_2 または LiM_2O_4 （Mは遷移金属、例えばCo、Ni、Mnなど）で表される、含リチウム遷移金属酸化物を用いることが望ましい。また、負極活物質としては、（002）面の面間隔が3.38オングストローム以下であるような炭素材料、すなわち、グラファイトを用いることで、エネルギー密度が上がる。

【0016】上記正極活物質には、カーボンブラック等の導電剤と、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）、ポリフッ化ビニリデン（PVDF）等の結着剤を混合し、ペースト状にしたものを用いる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について実施例を中心に説明する。

【0018】（1）実施形態1

次に、本発明を適用した他の実施例について実験結果に基づいて説明する。

【0019】〔試験セルの作成〕図1は本発明による単3型巻回式リチウム二次電池の構造を示す。図1において1は正極板であり、正極活物質の LiCoO_2 と導電材のカーボン粉末と結着剤のPTFEの水性ディスページョンを重量比で100:10:10の割合で混合し、水でペースト状に混練したものを、厚さ30 μm のアルミニウム箔の両面に塗着した後、乾燥、圧延し、所定の大きさに切断して帯状正極シートを作製した。このシートの一部をシート長手方向に対して垂直に合剤を掻き取り、チタン製正極リード板を集電体上にスポット溶接して取り付けた。

【0020】正極活物質の LiCoO_2 、酸化コバルト（CoO）と炭酸リチウム（ Li_2CO_3 ）をモル比で2:1に混合し、空气中で900℃、9時間加熱したものをを用いた。また、上記の材料の混合比率のうちPTFEの水性ディスページョンの割合はそのうちの固形分の割合である。

【0021】2は負極の炭素材料極で、黒鉛粉末と結着剤のPTFEの水性ディスページョンを重量比で100:5の割合で混練したものを、ニッケル製エキスパンドメタルに圧入し、乾燥後所定の大きさに切断し、帯状負極シートを作製した。黒鉛粉末には、天然黒鉛を用いた。このシートも一部をシートの長手方向に対して垂直に合剤を掻き取り、ニッケル製負極リード板を集電体上にスポット溶接して取り付けた。なおPTFEの比率は上記と同様固形分の割合である。

【0022】これら正極と負極をポリプロピレン製の多孔質フィルムセパレータ3を介して渦巻き状に巻回し、ケース4内に挿入する。挿入後、チタン製リード5をステンレス製封口板6にスポット溶接する。7はアルミニウム製の正極キャップ兼正極端子で予め封口板6にスポット溶接してある。また負極リード板11は負極端子を兼ねたケース4の円形底面の中心位置にスポット溶接する。8はポリプロピレン製の絶縁ガスケットである。10は電池に異常が起きて、電池内圧が上昇した場合に内部のガスが外部へ放出されるように取り付けである安全弁である。12はポリプロピレン製絶縁底板で、巻回時に生じる空間Aと同面積になるように穴が開いている。

【0023】以上の操作の後、電解液（2.3ml）を注入し封口する。電解液は、エチレンカーボネートとジエチルカーボネートが体積比で1:1に混合されている混合溶媒（以下、溶媒Aとする）と、ビニレンカーボネート中にN-（ベンジルオキシカルボニルオキシ）スクシンイミドが重量比で5:1の割合で溶解されている混合溶媒（以下、溶媒Bとする）を所定の比率で混合した溶媒（電解液1～電解液7）及び、溶媒Aにビニレンカーボネート、N-（ベンジルオキシカルボニルオキシ）スクシンイミドをそれぞれ単独で混合したものに、 LiPF_6 が1（mol/l）になるように溶解されているもの（比較例4、5）とを用いた。このセルで用いた電

解液1～電解液7の溶媒Aと溶媒Bの混合比率の一覧を表1に示す。完成電池のサイズは単3形(14.5φmm×50mm)である。

【0024】

【表1】

	溶媒 A	溶媒 B
電解液1 (実施例1)	95	5
電解液2 (実施例2)	90	10
電解液3 (実施例3)	85	15
電解液4 (実施例4)	80	20
電解液5 (比較例1)	70	30
電解液6 (比較例2)	98	2
電解液7 (比較例3)	100	0

【0025】[サイクル試験] この試作電池に対して、温度60°Cの下、上限電圧4.2V、下限電圧3.0Vとして充電電流600mAの定電流/定電圧充電を3時間行い、放電は200mAの定電流で行った。以上の

ような工程を1サイクルとするサイクル試験を行った。

【0026】

【表2】

	容量維持率
実施例1 (電解液1)	90.2
実施例2 (電解液2)	92.6
実施例3 (電解液3)	91.0
実施例4 (電解液4)	89.9
比較例1 (電解液5)	85.8
比較例2 (電解液6)	85.0
比較例3 (電解液7)	84.6
比較例4	87.6
比較例5	84.8

【0027】(実施例1) 電解液1を用いて、上記の試験セルの作成を行った。そのサイクル特性のグラフを図2に示す。また、1サイクル目に対する100サイクル目の容量維持率を表2に、そのグラフを図3に示す。なお、図3の横軸には溶媒Bの割合(体積%)を、縦軸には容量維持率(%)を取ってある。本実施例1の電解液1のケースに当てはめた場合、電解液1における溶媒Bの量は表1より5%であるので、容量維持率は、図3のグラフ中、溶媒Bの量が5%の所のプロットで示される90.2%である。

【0028】(実施例2) 電解液2を用いて、上記の試験セルの作成を行った。そのサイクル特性のグラフを図2に示す。また、1サイクル目に対する100サイクル目の容量維持率を表2に、そのグラフを図3及び図4に示す。電解液2における溶媒Bの量は表1より10%であるので、容量維持率は、図3のグラフ中、溶媒Bの量が10%の所のプロットで示される92.6%である。

【0029】(実施例3) 電解液3を用いて、上記の試験セルの作成を行った。そのサイクル特性のグラフを図2に示す。また、1サイクル目に対する100サイクル

目の容量維持率を表2に、そのグラフを図3に示す。

【0030】(実施例4) 電解液4を用いて、上記の試験セルの作成を行った。そのサイクル特性のグラフを図2に示す。また、1サイクル目に対する100サイクル目の容量維持率を表2に、そのグラフを図3に示す。

【0031】(比較例1) 電解液5を用いて、上記の試験セルの作成を行った。そのサイクル特性のグラフを図2に示す。また、1サイクル目に対する100サイクル目の容量維持率を表2に、そのグラフを図3に示す。

【0032】(比較例2) 電解液6を用いて、上記の試験セルの作成を行った。そのサイクル特性のグラフを図2に示す。また、1サイクル目に対する100サイクル目の容量維持率を表2に、そのグラフを図3に示す。

【0033】(比較例3) 電解液7を用いて、上記の試験セルの作成を行った。そのサイクル特性のグラフを図2に示す。また、1サイクル目に対する100サイクル目の容量維持率を表2に、そのグラフを図3に示す。

【0034】(比較例4) 溶媒Aとビニレンカーボネートを体積比で95:5の割合で混合した溶媒にLiPF₆が1(mol/l)になるように溶解したものを電解

質として用いて、上記の試験セルの作成を行った。1サイクル目に対する100サイクル目の容量維持率を表2に、そのグラフを図4に示す。

【0035】(比較例5) 溶媒AとN-(ベンジルオキシカルボニルオキシ)スクシンイミドを重量比で99:1の割合で溶解させた溶媒に LiPF_6 が1(mol/l)になるように溶解したものを電解液として用いて、上記の試験セルの作成を行った。1サイクル目に対する100サイクル目の容量維持率を表2に、そのグラフを図4に示す。

【0036】表1及び表2から分かるように、実施例1～実施例4で用いた電解液1～電解液4のもの、即ち、非水溶媒がビニレンカーボネート中にN-(ベンジルオキシカルボニルオキシ)スクシンイミドを溶解させた非水溶媒を5～20体積%の割合で含有している、環状炭酸エステルと、鎖状エステルから構成されている場合には、1サイクル目に対する100サイクル目の容量維持率がほぼ90%以上という良好なサイクル特性を示した。

【0037】一般的な結論としては、環状炭酸エステル、鎖状エステル、それぞれ一種以上からなる溶媒中に、ビニレンカーボネート、N-(ベンジルオキシカルボニルオキシ)スクシンイミドを合わせて5～20体積%含有している非水溶媒中に、支持電解質を溶解させた、非水電解液を用いると、高温時の充放電サイクル特

性が良好となる。

【0038】(2) 実施形態2

〔試験セルの作成〕実施形態1の場合と同様にして、電解液のみ異なる単3型巻回式リチウム二次電池(図1)を作製した。

【0039】電解液は2.3mlを注入し封口した。この電解液は、エチレンカーボネートとジエチルカーボネートが体積比で1:1に混合されている混合溶媒(以下、溶媒Aとする)と、ビニレンカーボネート中にN-(ベンジルオキシカルボニルオキシ)スクシンイミドを溶解させている溶媒(以下、溶媒Bとする)を体積比で9:1になるように混合した混合溶媒に LiPF_6 が1(mol/l)になるように溶解されているものを用いた。ここで溶媒Aと溶媒Bとの割合を9:1としたのは、上記実施形態1における電解液2(溶媒Aと溶媒Bとの比率9:1)を用いた場合に最高の容量維持率92.6(表2参照)を示したことに着目したものである。

【0040】溶媒Bのビニレンカーボネートに対するN-(ベンジルオキシカルボニルオキシ)スクシンイミドの溶解量の重量比の一覧を表3に示す。完成電池のサイズは単3形(14.5φmm×50mm)である。

【0041】

【表3】

	NBCS/VC
電解液 8 (従来例)	0
電解液 9 (比較例6)	0.01
電解液 10 (実施例5)	0.02
電解液 11 (実施例6)	0.2
電解液 12 (実施例7)	0.4
電解液 13 (実施例8)	1.0
電解液 14 (比較例7)	2.0

【0042】〔サイクル試験〕このように電解液8～電解液14を用いて試作した電池に対して、温度60℃の下、上限電圧4.2V、下限電圧3.0Vとして充電電流600mAの定電流/定電圧充電を3時間行い、放電

を200mAの定電流で行った。以上のような工程を1サイクルとするサイクル試験を行った。

【0043】

【表4】

	容量維持率
従来例	84.0
比較例6	87.9
実施例5	92.0
実施例6	92.6
実施例7	92.9
実施例8	90.0
比較例7	85.0

【0044】（従来例）電解液8を用いて、上記の試験セルの作成を行った。そのサイクル特性のグラフを図5に示す。また、1サイクル目に対する100サイクル目の容量維持率を表4に示す。

【0045】（比較例6）電解液9を用いて、上記の試験セルの作成を行った。そのサイクル特性のグラフを図5に示す。また、1サイクル目に対する100サイクル目の容量維持率を表4に示す。

【0046】（実施例5）電解液10を用いて、上記の試験セルの作成を行った。そのサイクル特性のグラフを図5に示す。また、1サイクル目に対する100サイクル目の容量維持率を表4に示す。

【0047】（実施例6）電解液11を用いて、上記の試験セルの作成を行った。そのサイクル特性のグラフを図5に示す。また、1サイクル目に対する100サイクル目の容量維持率を表4に示す。

【0048】（実施例7）電解液12を用いて、上記の試験セルの作成を行った。そのサイクル特性のグラフを図5に示す。また、1サイクル目に対する100サイクル目の容量維持率を表4に示す。

【0049】（実施例8）電解液13を用いて、上記の試験セルの作成を行った。そのサイクル特性のグラフを図5に示す。また、1サイクル目に対する100サイクル目の容量維持率を表4に示す。

【0050】（比較例7）電解液14を用いて、上記の試験セルの作成を行った。そのサイクル特性のグラフを図5に示す。また、1サイクル目に対する100サイクル目の容量維持率を表4に示す。

【0051】図5及び表4から分かるように、実施例5～実施例8で用いた電解液10～電解液13のもの、即ち、ビニレンカーボネート（VC）とN-（ベンジルオキシカルボニルオキシ）スクシンイミド（NBCS）の重量比がNBCS/VC=0.02～1.0の割合であるものが、1サイクル目に対する100サイクル目の容量維持率について、容量維持率90%以上という良好なサイクル特性を示した。なお、従来例の電解液8はビニレンカーボネート（VC）とN-（ベンジルオキシカルボニルオキシ）スクシンイミド（NBCS）を全く含まない場合で、その容量維持率は84%であり、比較例6

及び比較例7の容量維持率はこれを若干上回るが、実施例5～8におけるような90%台の容量維持率は得られなかった。

【0052】一般的な結論としては、環状炭酸エステル、鎖状エステル、それぞれ一種以上からなる溶媒中に、ビニレンカーボネート、N-（ベンジルオキシカルボニルオキシ）スクシンイミドの重量比がNBCS/VC=0.02～1.0の割合からなる非水溶媒を含有している非水溶媒中に、支持電解質を溶解させた非水電解液を用いるのが良い。

【0053】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、電解液中にビニレンカーボネートと、N-（ベンジルオキシカルボニルオキシ）スクシンイミドを含有させたので、活物質表面での電解液の分解、ガス発生が抑えられる。また、高温状態では溶解した遷移金属元素が錯体を形成し、この錯体が重合開始剤となって、電解液の重合反応が起こることが予想されるが、N-（ベンジルオキシカルボニルオキシ）スクシンイミドがビニレンカーボネートと電極表面に存在していることから、電解液中に溶解してきた遷移金属元素が捕捉され、電解液の重合反応が防止される。したがって、高温状態での電池の充放電特性の低下が抑えられ、高温でのサイクル特性に優れたリチウム二次電池を得ることができる。

【0054】また、前記非水溶媒に、ビニレンカーボネート（VC）と、N-（ベンジルオキシカルボニルオキシ）スクシンイミド（NBCS）とをその重量比がNBCS/VC=0.02～1.0の割合で含有して、環状炭酸エステルと鎖状エステルとからなるものを用いることにより（請求項2）、高温状態での電池の充放電サイクル特性の顕著な向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に係る非水電解液2次電池の構造を示す断面図である。

【図2】本発明の第1の実施形態に係る試験電池のサイクル特性を、電解液の種類をパラメータとして示したグラフである。

【図3】試験電池のサイクル特性を、溶媒Bの割合（体積%）と容量維持率（%）との関係で示したグラフであ

る。

【図4】本発明の第1の実施形態に係る試験電池のサイクル特性を、電解液の種類の一部をパラメータとして示したグラフである。

【図5】本発明の第2の実施形態に係る試験電池のサイクル特性を、電解液の種類をパラメータとして示したグラフである。

【符号の説明】

1 正極板

2 負極

3 セパレータ

4 ケース

5 リード

6 封口板

7 正極キャップ兼正極端子

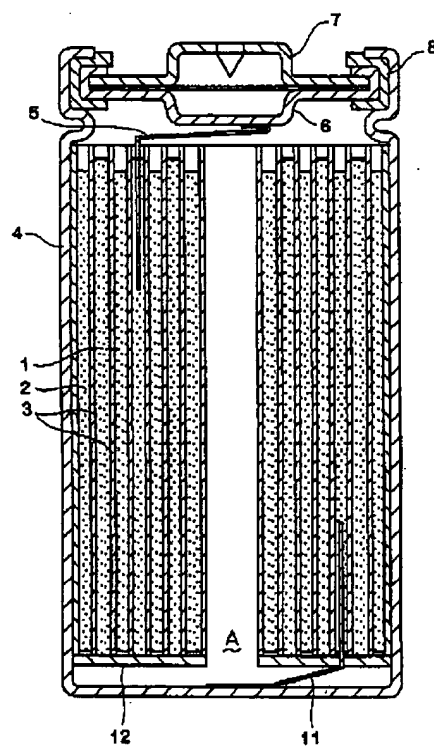
8 絶縁ガasket

10 安全弁

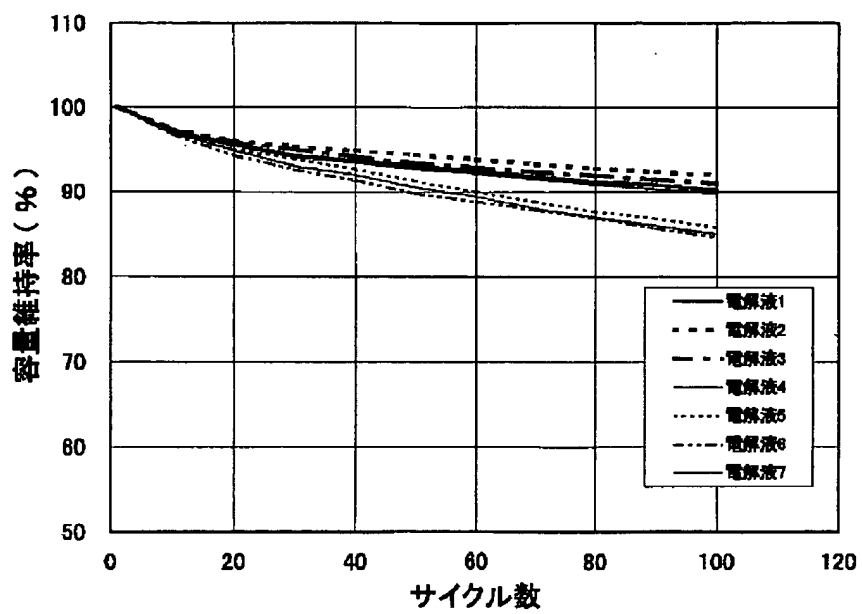
11 負極リード板

12 絶縁底板

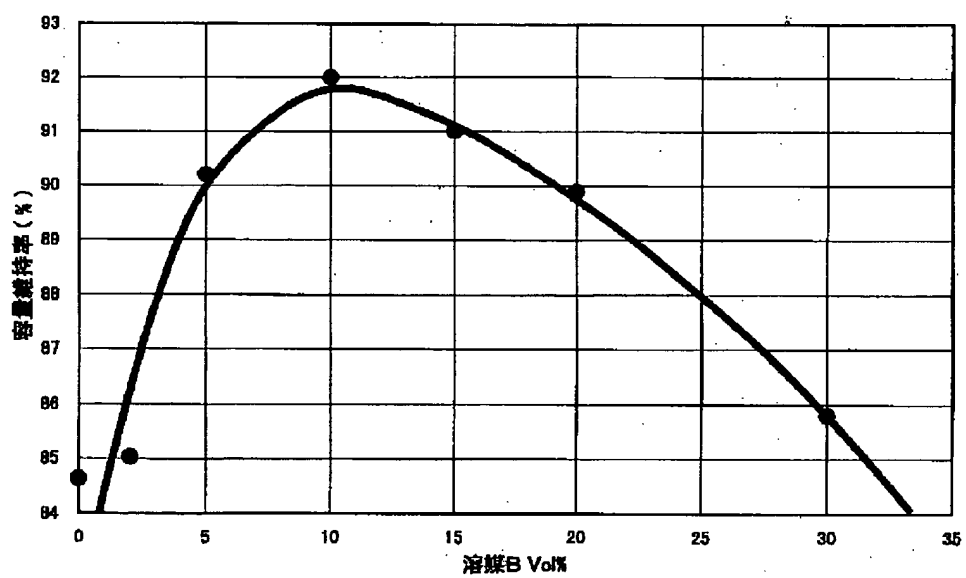
【図1】



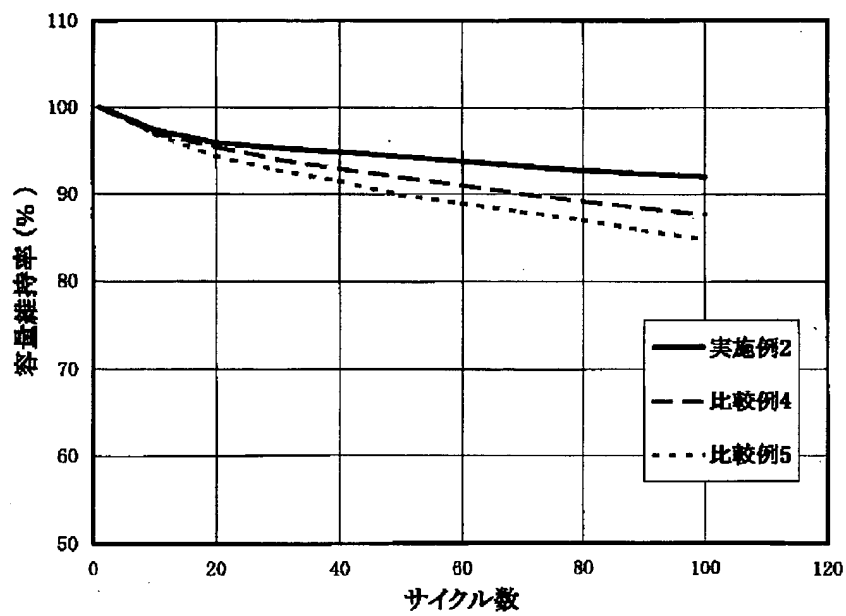
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

